

англ. / Под ред. В.Н.Ярмаковского. – М.: Стройиздат. – 1981. – 187 с.

6.Holm T.A. Long-term Service Performance of Lightweight Concrete Bridge Structures. Proceedings of International Symposium on Structural Lightweight Aggregate Concrete. – Norway. – 1995. – 308 p.

7.Lightweight Aggregate Concrete. Recommended extensions to Model Code 90. International Federation for Structural Concrete (fib). Task Group 8.1. – Stuttgart, 2000. – 258 p.

8.Ярмаковский В.Н., Булаев В.А., Садов Б.В.. Закономерности разрушения легких бетонов при динамическом сжатии // Сб. трудов МАДИ. – М.: МАДИ, 1987. – С.46-53.

9.Чиненков Ю.В., Ярмаковский В.Н. Легкие бетоны и конструкции из них // Бетон и железобетон. – 1997. – № 5. – С.7-9.

10.Кондращенко В.И. Технологии и свойства высокопрочного шлакопемзобетона: Автореф....канд. техн. наук. – М.: НИИЖБ, 1981. – 24 с.

11.Ярмаковский В.Н., Бремнер Т.У. Легкий бетон: настоящее и будущее // Строительный эксперт. – 2005. – № 20, 21. – С.3-4.

Получено 21.09.2009

УДК 624.015.5

О.І.ЛАПЕНКО, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ПРОЕКТУВАННЯ Й ВИПРОБУВАННЯ РИГЕЛЯ ПОКРИТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ В НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ

Наведено характеристику запроектованого сталезалізобетонного ригеля покриття промислової будівлі та результати його випробування в умовах виробництва.

Приведена характеристика запроектованого сталезалізобетонного ригеля покриття промислового будівлі та результати його випробування в умовах виробництва.

The characteristics of designed steel and reinforced concrete bar of an industrial building covering and the results of its testing in production conditions are presented.

Ключові слова: ригель, сталезалізобетон, незнімна опалубка.

Сталезалізобетонні ригелі, що виготовляються в незнімній опалубці, мають важливі переваги порівняно зі сталевими і залізобетонними балками. Рациональне використання переваг і уникнення недоліків будівельних матеріалів дають змогу зменшити вагу і матеріаломісткість конструкції, спростити процес виготовлення і зробити його більш технологічним, підвищити несучу здатність конструкції, досягти економічного ефекту. Для елементів, що згинаються, очікуваний результат досягається при об'єднанні для сумісної роботи сталевих балок, яка сприймає зусилля розтягу, стиснутого сталезалізобетонного поясу і залізобетонних плит (в покриттях і перекриттях).

Суть запропонованої конструкції, на яку було отримано патент № 26142 [1], полягає у застосуванні в якості стиснутого поясу ригеля сталезалізобетонного елемента – залізобетонної полиці в незнімній

опалубці, що в поєднанні з двотавровим зварним профілем утворює комплексну сталезалізобетонну конструкцію. Застосування запропонованих сталезалізобетонних ригелів дозволяє знизити вартість будівництва і трудомісткість будівельних робіт завдяки раціональному використанню матеріалу, оскільки відсутній розтягнутий бетон, який у розрахунках на несучу здатність не враховується.

Переваги сталезалізобетонного ригеля порівняно зі сталевими:

- захист сталеві частини від втрати місцевої та загальної стійкості;
- знижена висота перерізу, що дає змогу збільшити внутрішній об'єм приміщення;
- зменшені витрати на транспортування конструкції при бетонуванні на будівельному майданчику.

Переваги сталезалізобетонного ригеля порівняно із залізобетонними:

- зменшені витрати бетону за рахунок ефективного використання міцнісних властивостей бетону в стиснутій зоні, а сталі – в розтягнутій;
- спрощена технологія виготовлення, відсутність спеціальної опалубки;
- підвищена міцність бетонного ядра, котре перебуває в складному напруженому стані від бокового стискання сталеву обіймою;
- щільність і однорідність бетону завдяки відсутності складного внутрішнього армування та зменшеній кількості закладних деталей.

Розроблена нами конструкція сталезалізобетонного ригеля наведена на рис. 1.

Ригель складається з незнімної опалубки у вигляді сталевих листів 1 і 2, яка заповнюється бетонною сумішшю і після затвердіння бетону виконує функцію стиснутого поясу; сталеві стінки 3, до якої по всій довжині ригеля приварені ребра жорсткості 11 та консолі 10 для спирання плит покриття; нижньої полиці змінного перерізу 4; арматурних стрижнів 5 періодичного профілю, які приварюються до бокових стінок 1 і з'єднуються поперечною арматурою 9 меншого діаметра; торцевих листів 12. Сумісна робота листової арматури та бетону забезпечується поперечними діафрагмами 6, 8 й упорами з прокатних кутиків 7. Поперечні діафрагми також запобігають утраті стійкості бокових стінок 1 при заповненні опалубки бетонною сумішшю. Упори з прокатних кутиків сприймають зсувні напруження і протидіють значній поперечній силі в приопорних ділянках. Перед бетонуванням стиснутого поясу й порожнин опорних консолей ригелю надається

будівельний вигин. Ригель установлюється в горизонтальне проектне положення на закладні деталі колони по всій довжині поверхні спираючої і завантажувється залізобетонними плитами ІЗ за умови набору бетоном проектної міцності. Клас бетону має бути не нижчим ніж В30. Закладні деталі опорних частин ребер плит покриття повинні приварюватись до опорних консолей і сталевих листів ригеля для сумісної роботи одразу після встановлення кожної плити.

Розрахунок ригеля виконано за розробленою нами методикою з урахуванням вказівок Eurocode 4 [2]. Додатково перевірялась міцність перерізу за нормальними напруженнями у пружно-пластичній стадії роботи сталі. Прогин ригеля визначався як сума прогинів приведенного перерізу від навантаження без ваги ригеля і сталевих перерізів на стадії монтажу до набору бетоном міцності, вважаючи, що навантаження від власної ваги сприймається лише сталеві частини ригеля. Виконувалась також перевірка умов місцевої стійкості для нижньої та верхньої сталевих стінок і розрахунок загальної стійкості ригеля.

З метою перевірки відповідності дійсної роботи сталезалізобетонного ригеля у складі покриття результатам теоретичного розрахунку були проведені натурні випробування ригеля на Світловодському заводі швидкокомпонтових будівель (рис.2).

Завантаження ригеля виконували ребристими плитами покриття (12×3 м; вагою 75 кН без утеплювача і 95 кН з утеплювачем), які не приварювались до ригеля, дорожніми плитами (вагою 18 кН), фундаментними блоками (вагою 19 кН) та фундаментами стаканного типу (вагою 50 кН). На кожному етапі завантаження вимірювали стрілу прогину ригеля за допомогою двох прогиномірів Аістова (6 ПАО) і двох індикаторів годинникового типу, які вимірювали осідання опор. Точність всіх приладів – 0,01 мм. Завантаження виконували ступенями з технологічними перервами для зняття відліків до рівня експлуатаційного навантаження згідно з розрахунками. На подальших рівнях навантаження витримка становила 15-25 хв. на кожному рівні.

За результатами, отриманими експериментально і теоретичним шляхом, побудовано порівняльний графік залежності прогину ригеля від величини згинального моменту (рис.3). При визначенні теоретичного прогину ригеля з урахуванням сумісної роботи з плитами покриття момент інерції приведенного до сталі сталезалізобетонного перерізу був обчислений з урахуванням робочої частини плит, яка утворює спільний переріз з ригелем за рахунок сил тертя. Розрахункова робоча ширина залізобетонних плит була визначена як сума розрахункових величин звисів залізобетонних плит в обидві сторони залежно від співвідношення прольоту ригеля і відстані між ригелями та серед-

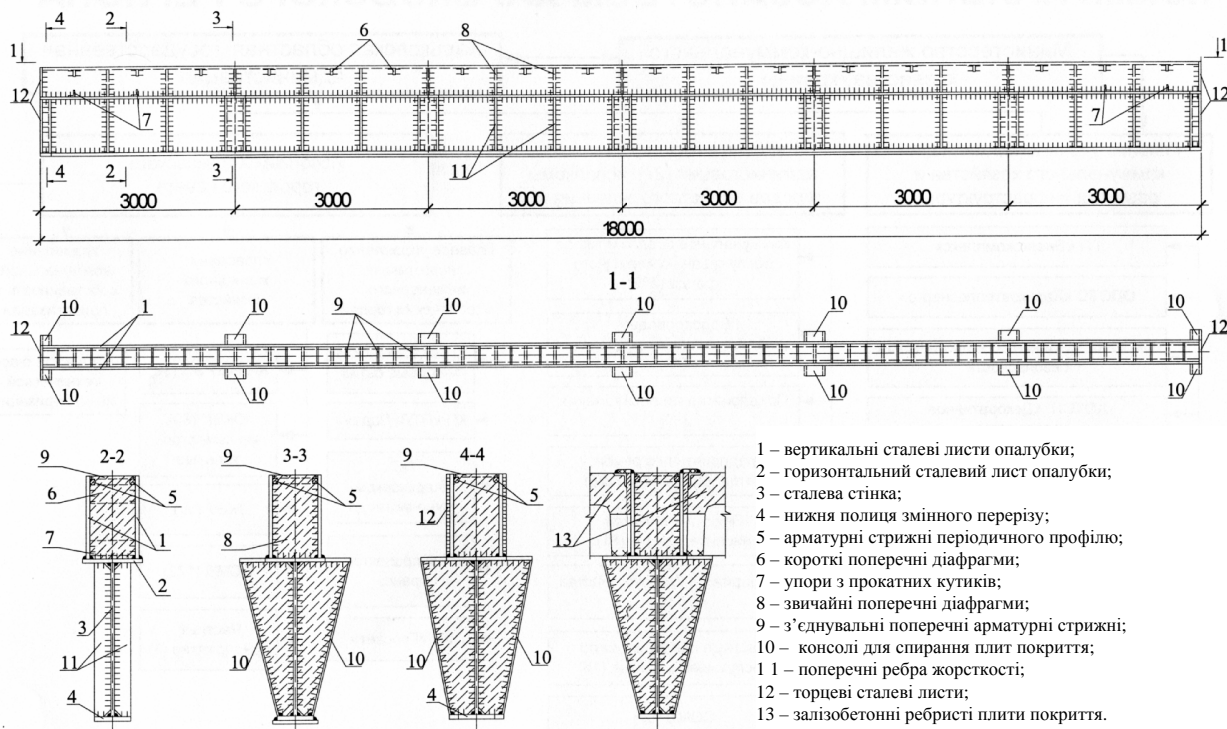


Рис.1 – Конструкція сталезалізобетонного ригеля прольотом 18 м

ньої товщини плит у прольоті.

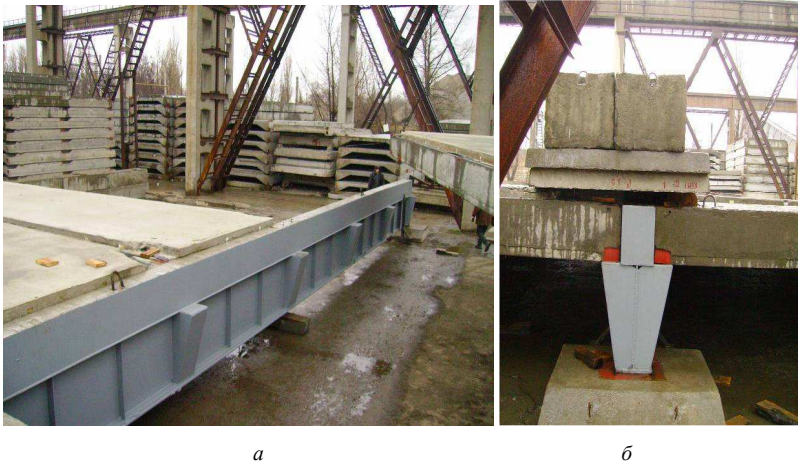


Рис.2 – Проведення експериментальних випробувань ригеля:
а – завантаження ригеля залізобетонними плитами покриття;
б – ригель, завантажений максимальним навантаженням.

Експериментальний прогин ригеля при експлуатаційному навантаженні ($M_n = 2650$ кНм) дорівнював 3,8 см (1/475 прольоту). Він дещо менший від теоретично визначеного прогину – 4,8 см (1/375 прольоту), але близький до прогину, визначеного з урахуванням сумісної роботи ригеля з плитами покриття, котрий дорівнює 3,7 см (1/486 прольоту), що підтверджує припущення про утворення спільного перерізу за рахунок сил тертя між поверхнями плит і опорних консолей ригеля. Для несучих конструкцій покриттів допускаються прогини, що складають 1/300 прольоту. Навіть без урахування будівельного підйому (3 см) і сумісної роботи з плитами покриття теоретичний прогин ригеля задовольняє вимогам деформативності. Залишковий прогин після розвантаження становив менше 1 мм, що свідчить про практично пружну роботу ригеля. Тріщин у металі та відшарування стінок від бетону не було навіть при найвищому рівні навантаження (1225 кН).

При проектуванні конструкцій із жорсткою арматурою з профільної або листової сталі рекомендується використання важкого бетону по міцності не нижче класу В 15. Розрахункові й нормативні опори бетону слід приймати відповідно до вказівок СНиП 2.03.01-84. Як жорстку арматуру можна застосовувати профільну сталь або елементи із стрічкової сталі. Розрахункові опори сталі необхідно приймати відпо-

відно до вказівок СНІП II-23-81*.

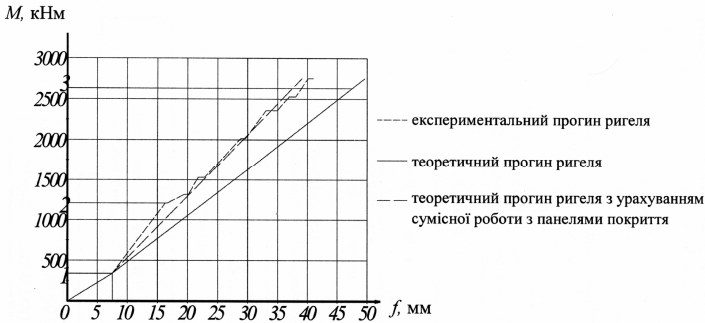


Рис.3 – Графік залежності прогину ригеля від величини згинального моменту:
1 – згинальний момент від власної ваги ригеля; 2 – згинальний момент, при якому почався розвиток пластичних деформацій в бетоні; 3 – експлуатаційний згинальний момент.

Визначення граничних зусиль у нормальному перерізі виконується за спрощеною методикою, виходячи з таких передумов:

- опір бетону стисковій умовно приймається рівним R_b (помноженим, за необхідності, на коефіцієнт умов роботи), рівномірно розподіленим по частині стиснутої зони;
- напруження, які розтягують, у жорсткій і гнучкій арматурі приймаються не більшими розрахункових опорів розтягу R_s , R_y , помножених, у необхідних випадках, на коефіцієнти умов роботи;
- стискаючі напруження у жорсткій і гнучкій арматурі приймаються не більшими розрахункових опорів розтягу R_s , R_y , помножених, за необхідності на коефіцієнти умов роботи. При застосуванні прокатних профілів із низьколегованої сталі розрахунковий опір сталі приймається з урахуванням коефіцієнта умов роботи 0,9.

Переваги залізобетонних конструкцій розкрито в роботі [3]. Запропонований сталезалізобетонний ригель доцільно використовувати як несучу конструкцію покриття під ребристі плити 12×3 м (вагою до 100 кН) у безкранових будівлях за умови приварювання полиць плит покриття до ригеля. Розроблена нами методика розрахунку враховує можливість втрати стійкості ригеля при односторонньому навантаженні, а також роботу ригеля на кручення.

1.Пічугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М., Лапенко О.І., Гудзь С.А. Складена сталевана балка зі сталезалізобетонним стиснутим поясом. Патент на корисну модель №26142. Бюл. №14. – К., 2007.

2.ENV 1992 – Eurocode 2. Design of concrete structures. Part 2, Annex 3, Draft - May 1994.

3.Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.

Отримано 20.07.2009

УДК 624.012.46 : 620.193.2

Л.В.БОНДАР, канд. техн. наук, О.В.СТЕПОВА

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК ВТРАТИ ПЛОЩІ ПЕРЕРІЗУ РОЗТЯГНУТОЇ АРМАТУРИ ПРИ ЇЇ КОРОЗІЇ В НОРМАЛЬНІЙ ТРІЩИНІ БАЛКОВИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Виходячи із законів електрохімічної кінетики металів, отримано залежності для розрахунків втрат площі перерізу розтягнутої арматури в нормальних тріщинах залізобетонних балкових елементів при попаданні в тріщини агресивних розчинів.

Исходя из законов электрохимической кинетики металлов, получены зависимости для расчета потерь площади сечения растянутой арматуры в нормальных трещинах железобетонных балочных элементов при попадании в трещины агрессивных растворов.

Starting from the laws of electrochemical metal kinetics were got the dependencies for calculation of areas section losses of the tensile reinforcement in the normal cracks of the reinforced concrete beam elements by the falling the aggressive solutions into the cracks.

Ключові слова: залізобетонні конструкції, корозія металу арматури, розрахунок втрати площі перерізу арматури.

Аналіз причин ушкоджень балкових залізобетонних конструкцій вказує на те, що однією з них є корозія арматури при вільному доступу агресивного середовища через тріщини. При оцінці залишкового ресурсу роботи таких конструкцій важливим є питання про визначення втрати площі перерізу арматури в тріщинах. Основним методом визначення втрати перерізу є безпосередні заміри діаметра арматури, що потребує її оголення. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку більш доступних і неруйнуючих методів визначення корозійних втрат арматури залізобетонних конструкцій.

Розроблено ряд методів, які пов'язують втрати перерізу арматури з часом дії агресивного середовища [1, 2], шириною тріщини [3], нейтралізацією захисного шару бетону [4, 5], впливом внутрішніх факторів на корозійну стійкість арматури в тріщинах [6].

Є спроби оцінити втрати площі перерізу арматури по товщині продуктів корозії [7] та ін.

Основними недоліками відомих методів є недостатня точність, прив'язаність до конкретних агресивних середовищ, неможливість